

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EDNA OLIVEIRA SILVA**

**PRESSÃO ARTERIAL E INDICADORES DE FUNÇÃO VASCULAR EM  
CORREDORES COM DIFERENTES NÍVEIS DE DESEMPENHO NO  
TESTE CARDIOPULMONAR**

**VITÓRIA - ES**

**2015**

**EDNA OLIVEIRA SILVA**

**PRESSÃO ARTERIAL E INDICADORES DE FUNÇÃO VASCULAR  
DE CORREDORES COM DIFERENTES NÍVEIS DE DESEMPENHO  
NO TESTE CARDIOPULMONAR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Área de Concentração: Educação Física, Movimento Corporal Humano e Saúde.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Luciana Carletti

VITÓRIA - ES


2015

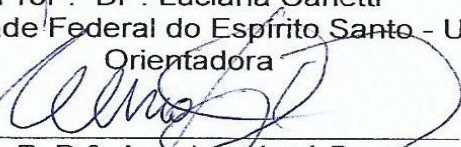
**EDNA OLIVEIRA SILVA**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do título de mestre em Educação Física.

Aprovada em 17 de Março de 2015

**COMISSÃO EXAMINADORA**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.ª Dr.ª Luciana Carletti  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES  
Orientadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Anselmo José Perez  
Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Luiz Aparecido Bortolotto  
Universidade Estadual de São Paulo- USP

VITÓRIA – ES

2015

## **Agradecimentos**

À Deus por sempre guiar meus caminhos

À minha Família pelo apoio e incentivo

À minha Orientadora Luciana Carletti pela oportunidade, confiança e amizade.

Ao Profº. Drº. Anselmo José Perez por sempre se mostrar disposto a ajudar e pela amizade.

Ao Profº. Drº. Luiz Aparecido Bortolotto por aceitar fazer parte da avaliação deste trabalho e por suas contribuições.

Aos Colegas do Laboratório de fisiologia do exercício - LAFEX pela boa convivência.

Aos colegas do Laboratório de Biomecânica – BIMOR pelos momentos de descontração em especial a Karine Jacon Sarro e Jeniffer Lubiana (Kuxa).

As minhas amigas Graziely Zanoni e Vanessa Rocha pelo companheirismo.

Ao programa de Pós-Graduação em Educação Física.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

## **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 1** - Caracterização dos grupos classificados com nível de desempenho superior, inferior e grupo controle.

**TABELA 2** - Hemodinâmica periférica e central dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle.

**TABELA 3** - Hemodinâmica periférica e central dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle. Valores ajustados pela idade e ou peso.

**TABELA 4** - Variáveis vasculares dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle, corrigidas pela frequência cardíaca e pressão arterial sistólica central.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AI** - índice de incremento pressórico

**CON** – controle

**DD** - duração da diástole

**ESCHOT** - Estudo da saúde cardiovascular do homem treinado

**ED** - duração da ejeção.

**FC** - frequência cardíaca

**IMC** - índice de massa corporal

**INF** - inferior

**PADp** - pressão arterial diastólica periférica

**PASp** - pressão arterial sistólica periférica

**PADc** – pressão arterial diastólica central

**PASc** - pressão arterial sistólica central

**PPc** - pressão de pulso central

**PPp** - pressão de pulso periférica

**SERV %** - índice de viabilidade subendocárdica

**SUP** - superior

**VO<sub>2</sub>máx** - consumo máximo de oxigênio

**VOP** - velocidade da onda de pulso.

## SUMÁRIO

### RESUMO

### ABSTRACT

<b>1- INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2- OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3- METODOLOGIA</b>	
3.1- Delineamento e seleção amostral.....	17
3.2- Procedimento do estudo.....	18
3.3- Questionário e entrevista.....	19
3.4- Medidas antropométricas.....	19
3.5- Teste cardiopulmonar de exercício.....	20
3.6- Tonometria de aplanção.....	21
3.7- Velocidade da onda de pulso.....	25
3.8- Análise estatística.....	26
<b>4- RESULTADOS.....</b>	<b>27</b>
<b>5- DISCUSSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>6- CONCLUSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>7- REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>
<b>8- ANEXOS</b>	
Anexo I Aprovação do comitê de ética .....	49
Anexo II questionários de seleção amostral.....	50
Anexo III questionário de participação.....	53

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar, na situação de repouso, os valores de pressão arterial (PA) periférica e central e o índice de função arterial medidos por tonometria de aplanção em corredores de rua de diferentes desempenhos classificados pelo teste cardiopulmonar de exercício (TCPE). **Metodologia:** Foram recrutados 48 voluntários de 20 a 40 anos de idade, onde 32 eram praticantes de vários níveis de corrida de rua, e 16 eram indivíduos aparentemente saudáveis e não praticantes regulares de atividade física nos últimos 6 meses. Avaliou-se a aptidão cardiorrespiratória e a velocidade máxima de corrida, pelo TCPE utilizando equipamento Metamáx 3B (Cortex), e protocolo de rampa em esteira. As medidas da PA central e periférica foram realizadas com a tonometria de aplanção (Sphygmocor), e calibrado utilizando o esfigmomanômetro oscilométrico (Omron, HEM 705). A velocidade de onda de pulso (VOP) carótida-femural foi mensurada utilizando o equipamento Complior (Artech Medical). Para análise estatística foi realizada a ANOVA de uma via considerando  $p < 0,05$ . Análise de Covariância (ANCOVA) foi utilizada quando a idade e/ou peso se apresentou como covariável estatisticamente significativa. **Resultados:** Os corredores com desempenho superior apresentaram uma menor pressão arterial sistólica periférica (PASp)  $120 \pm 7$  mmHg. A duração da diástole foi maior nos corredores com desempenho superior  $845 \pm 92$  m/s com relação aos corredores com desempenho inferior  $786 \pm 174\%$  e controle  $641 \pm 128\%$ . O índice de amplificação (AI) não apresentou diferença entre os grupos ( $109 \pm 21\%$ ,  $109 \pm 11\%$ ,  $110 \pm 19\%$ ). A velocidade de onda de pulso (VOP) não foi diferente entre os grupos ( $7,1 \pm 1$  m/s,  $7,6 \pm 1,1$  m/s,  $8,0 \pm 1,1$  m/s). **Conclusões:** Corredores com desempenho superior apresentam pressão arterial sistólica periférica e pressão sistólica central menor e melhor tempo de duração da diástole, que seus pares sedentários, mas não apresentam melhores indicadores de função vascular (AI, VOP) na mesma comparação.

**Palavras-chave:** Exercício aeróbio, função vascular, rigidez arterial, análise da onda de pulso.



## ABSTRACT

The objective of this study was to compare, in the rest position, the blood pressure (BP) and the peripheral and central arterial function index measured by applanation tonometry in runners of different performances ranked by cardiopulmonary exercise test (CPET). Methods: We recruited 48 volunteers 20-40 years old which 32 were practitioners of various street racing levels, and 16 were apparently healthy individuals and non-scheduled physically active in the last 6 months. We evaluated the cardiorespiratory fitness and the maximum speed racing at CPET Metamax 3B equipment (Cortex), and ramp protocol. Measures of central and peripheral BP were performed with the applanation tonometry (Sphygmocor), and calibrated using the oscillometric sphygmomanometer (Omron HEM 705). The pulse wave velocity (PWV) was measured carotid-femoral Complior using the equipment (Artech Medical). For statistical analysis, one-way ANOVA was performed considering  $p < 0.05$ . Analysis of Covariance (ANCOVA) was used when age and / or weight appeared to be statistically significant covariate. Results: Runners with higher performance, showed a lower peripheral systolic blood pressure (SBPp)  $120 \pm 7$  mmHg. The duration of diastolic was higher in runners with higher performance  $845 \pm 92$  m/s with respect to the runner's low performance  $786 \pm 174$  and  $641 \pm 128$  controls. The augmentation index (AI) was not different between groups ( $109 \pm 21\%$ ,  $109 \pm 11\%$ ,  $110 \pm 1\%$ ). The pulse wave velocity (PWV) was not different between groups ( $7.1 \pm 1$  m/s,  $7.6 \pm 1.1$  m/s,  $8.0 \pm 1.1$  m/s) Conclusions: Runners with higher performance had lower peripheral systolic blood pressure and better cardiac function (diastolic duration), their sedentary peers, but have no better vascular function indicators (AI, PWV) in the same comparison.

**Keywords:** Aerobic exercise, vascular function, arterial stiffness, pulse wave analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

O apelo para a prática de exercícios físicos e a menção aos seus benefícios para garantir uma vida mais saudável têm atraído muitas pessoas para a prática de corridas de rua que é uma atividade que vem crescendo consideravelmente nos últimos anos especialmente entre não atletas (SALGADO e CHACON-MIKAHIL, 2006). Essa modalidade também tem sido indicada como tratamento não farmacológico e para prevenção de doenças cardiovasculares, como a hipertensão arterial (FARINATTI *et al.*, 2005), e a insuficiência cardíaca (FAGHERAZZI *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2002; HASKELL *et al.*, 2007; MYACHI., 2004).

Os benefícios do exercício aeróbio regular sobre o sistema cardiovascular têm sido bem estabelecidos em humanos (THOMPSON *et al.*, 2003). Entretanto existe uma discussão sobre o efeito crônico do exercício aeróbio mais intenso na saúde cardiovascular (O'KEEFE e LAVIE 2013; O'KEEFE *et al.*, 2012, 2013).

Alguns pesquisadores contextualizam esse debate a partir do crescente interesse da população de meia idade e não atleta em participar de eventos desportivos como, provas de Triatlon, Ironman, maratona e ultra-maratona (KNECHTLE *et al.*, 2012.; LEPEERS e CATTAGNI, 2012; STIEFEL *et al.*, 2012). A preocupação em estudar os efeitos adversos causados pela prática do exercício aeróbio extenuante, se da pelo fato de que a maioria desses indivíduos passa a se exercitar vigorosamente em idades mais avançadas, o que incorre no aumento da chance de apresentarem fatores de risco cardiovascular (DE MATOS *et al.*, 2011).

Por outro lado, esse tema de investigação também assume importância ao se deparar com o treinamento intenso realizado por atletas de endurance, visando à busca do melhor desempenho esportivo, expondo o coração a intensas

sobrecargas ao longo de meses ou anos. Segundo Stein *et al.*, (2002) e Chapman *et al.*, (1982) uma exposição frequente de sobrecarga resulta em alterações no

automatismo cardíaco, como bradicardia de repouso, e alteração de condução átrio ventricular, despolarização e repolarização ventricular. Os ajustes estruturais do coração também são marcantes, podendo levar a aumento de até 85% na massa do ventrículo esquerdo (PLUIM *et al.*, 1999). Apesar de essas alterações funcionais e estruturais serem devidamente documentadas, ainda são desconhecidos os seus limites de normalidade e suas consequências em longo prazo.

Dessa forma a literatura apresenta que a prática de exercícios aeróbios pode estabelecer uma relação dose-resposta, onde a inatividade é prejudicial, mas o exercício excessivo pode ser igualmente prejudicial. Entretanto ainda não se sabe qual o limite de estresse para o surgimento dos efeitos prejudiciais em praticantes de treinamento de endurance (HEFFERNAN, 2012; O'KEEFE, 2012).

Dentre os efeitos negativos apresentados na literatura, um estudo de coorte com maratonista de meia idade aparentemente saudável encontrou-se um aumento do escore de cálcio coronário, em comparação com os controles (MÖHLENKAMP *et al.*, 2008). Em estudos transversais, (KROGER *et al.*, 2010) relataram uma alta prevalência de aterosclerose periférica na carótida bem como aumento da rigidez da aorta central (SCHMERMUND *et al.*, 2008), e Vlachopoulos *et al.*, (2010a), observaram maior rigidez arterial em maratonistas em relação ao grupo controle após uma sessão de corrida.

Em maratonistas amadores foi demonstrada função sistólica do ventrículo direito reduzida, causada por aumento na inflamação e diminuição no fluxo de sangue (NEILAN *et al.*, 2006).

Em uma pesquisa transversal, Laurent *et al.*, (2011) compararam indivíduos, treinados aerobiamente, mas não maratonistas com um grupo controle sedentário e verificaram que a pressão arterial sistólica e de pulso avaliado pela carótida foi maior para os indivíduos treinados.

Dois estudos, empregando o princípio da tonometria de aplanção, revelaram maior rigidez arterial em maratonistas (VLACHOPOULOS *et al.*, 2010a) e corredores de ultra-maratona (BURR *et al.*, 2014). Nesses dois estudos a PA foi utilizada para determinar a rigidez arterial, portanto, no estudo de Vlachopoulos *et al.*, (2010a) a PA se apresentou como variável de confusão, visto que ao se comparar maratonistas com um grupo controle os maratonistas tinham tanto um pressão arterial como uma velocidade da onda de pulso (VOP) significativamente maior, e quando foram feitos os ajustes da (VOP) pela pressão arterial as diferença desapareceram.

O mecanismo para os efeitos desfavoráveis na função vascular de corredores de endurance ainda não foi esclarecido. Contudo, especula-se a possibilidade de estar relacionado ao estresse do treinamento repetido e excessivo, que provoca redução da FC de repouso, e aumento do volume sistólico, impondo maior estresse ao componente elástico vascular (HORIUCHI e OKITA, 2012).

No entanto, essas evidências ainda são insuficientes para sustentar um possível efeito negativo do exercício na função vascular de atletas expostos a regimes de treinamento mais extenuantes de modo que mais evidências precisam se somar para se ter respostas conclusivas.

Dentre os efeitos positivos Edwards e Lang (2005) em um estudo transversal verificaram em atletas de endurance a pressão central aórtica e índices derivados da análise da onda de pulso, não encontrando diferença no valor de pressão

central aórtica embora os índices de incremento tenham sido menores, o índice de viabilidade subendocárdica foi maior indicando maior perfusão do miocárdio em comparação a indivíduos moderadamente ativos.

Corroborando em parte a esses achados, uma pesquisa com um protocolo de 16 semanas de treinamento com caminhada rápida ou corrida com homens de meia idade com intensidade entre 60% e 75% da frequência cardíaca de reserva entre 30 a 45 minutos) observou-se que a PA central não se alterou, mas reduziu a VOP aórtica e aumentou a complacência central, além de um aumento do  $VO_{2\text{máx}}$  de 32 para 34 ( $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ) (HAYACHI *et al.*, 2005).

Da mesma forma, Currie *et al.*, (2009), aplicando seis dias de exercícios em cicloergômetro com duas horas por sessão, demonstraram que essa forma de treinamento é capaz de induzir uma redução significativa na VOP central e periférica, assim como no índice de incremento corrigido pela frequência cardíaca ( $\text{Alx@75}$ ).

Tanaka *et al.*, (2000) verificaram que após três meses de treinamento com exercícios aeróbios em homens de meia idade saudáveis, houve um aumento de 25% da complacência arterial e uma redução de 20% no índice de rigidez arterial.

Otsuki *et al.*, (2007) encontraram menor rigidez arterial e menor valor de PAS periférica em grupos com maior tempo de prática de corrida, onde o grupo com maior tempo obteve valores de  $110 \pm 1 \text{ mmHg}$  e o menor obteve  $121 \pm 4 \text{ mmHg}$ , mostrando que o tempo de prática pode ser um fator determinante na redução da VOP e da PAS periférica.

Blair *et al.*, (1991) em um estudo de coorte observaram que sujeitos com menor aptidão aeróbia determinada pelo teste ergométrico máximo, tinham risco relativo

de 1,5 para a incidência de hipertensão arterial em relação aos sujeitos com maior aptidão aeróbia.

Contudo as evidências são bem convincentes a respeito das melhorias na função cardiovascular com o condicionamento aeróbio, visto que a maioria dos estudos que

mostraram tanto os efeitos negativos, como os positivos no sistema cardiovascular, não apresentaram resultados de acordo com o nível de desempenho aeróbio e sim com tempo de treinamento dos atletas. Isso faz com que as evidências ainda sejam insuficientes de que o treinamento de endurance isolado possa ser responsável pelos prejuízos vasculares.

O condicionamento cardiorrespiratório é um dos componentes da aptidão física diretamente associada aos níveis de saúde e qualidade de vida. O bom condicionamento aeróbio estimula e beneficia principalmente o sistema cardiorrespiratório, vascular e metabólico (ACSM, 2010). Na função vascular o efeito crônico do treinamento aeróbio resulta diretamente no aumento no volume de ejeção, redução da frequência cardíaca, aumento do débito cardíaco, aumento na capacidade de captação de oxigênio e redução da pressão arterial (MEDINA *et al.* 2010).

Dessa forma, nos parece importante descrever o comportamento das variáveis pressóricas, e de função vascular em corredores de rua de acordo com o desempenho desses atletas, caracterizado pela velocidade máxima atingida em um teste progressivo, e apresentando um grupo controle como referência para essas comparações, a fim de se esclarecer sobre a função cardiovascular de acordo com o desempenho.

Nossa hipótese é que em repouso praticantes de corrida de rua, mas não maratonistas, com nível de desempenho superior no teste cardiopulmonar, a pressão arterial central e periférica apresentem valores mais baixos, e que essa resposta esteja associada a melhores índices de função vascular quando comparado a corredores com nível de desempenho inferior.

A questão principal a ser respondida é: Em condição de repouso, corredores com desempenho superior apresentam melhor função vascular (índice de incremento central) e função cardíaca (duração da diástole) em relação a corredores com desempenho inferior e grupo controle?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Comparar as variáveis da hemodinâmica central e periférica através de um método não invasivo (valores de pressão arterial central, periférica, índices de rigidez arterial (AI) e de viabilidade subendocárdica) em repouso, de corredores classificados por diferentes níveis de desempenho no teste cardiopulmonar (velocidade de corrida máxima).

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar as variáveis intervenientes nos valores pressóricos e de rigidez vascular.
2. Comparar as variáveis mensuradas na tonometria, dentre os corredores com diferentes níveis de desempenho, ajustadas pelas variáveis intervenientes.



### **3. METODOLOGIA**

Este estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia do Exercício - LAFEX vinculado ao Programa de Pós-graduação em Educação Física do Centro de Educação Física e Desportos (LAFEX/PPGEF/CEFD/UFES), em parceria com o Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas do Centro de Ciências da Saúde (PPGF/CCS/UFES). A parceria objetivou viabilizar o acesso ao banco de dados do estudo ESCHOT – Estudo da saúde cardiovascular do homem treinado (aprovação CEP/UFES 009/2010, em Anexo I), uma vez que se tratava de uma pesquisa suplementar, bem como, garantir o desenvolvimento técnico mais qualificado, por meio de discussões acadêmicas. O estudo se caracterizou como uma pesquisa transversal de natureza descritiva.

#### **3.1. Delineamento e seleção amostral**

A amostra foi constituída por 48 voluntários do sexo masculino, nos quais, 32 indivíduos eram praticantes de corrida de rua com diferentes níveis de condicionamento aeróbio, e 16 indivíduos pertenciam ao grupo controle (GCon). Do grupo de corredores ( $n = 32$ ), 16 foram considerados com nível de desempenho superior (GSup), e 16 com nível de desempenho inferior (GInf), de acordo com o percentil 50 da amostra ( $p\ 50$ ).

#### **Cálculo amostral**

O cálculo amostral foi desenvolvido pelas diferenças de valores de pressão arterial, central e periférica, entre os grupos de desempenho, obtidos em estudo prévio desenvolvido pelo grupo (MORRA, 2013).

Utilizando a diferença de 9 mmHg (entre a pressão arterial sistólica, PAS - central dos grupo superior VS inferior), e considerando um desvio-padrão de 9 mmHg, chegou-se ao cálculo de 16 indivíduos, de acordo com a fórmula apresentada na literatura (JEKEL *et al.*, 1999). O cálculo para a pressão arterial diastólica (PAD) e pressão arterial média (PAM) fornecia um número menor de indivíduos, sendo assim, optou-se pela PAS.

### **Critérios de inclusão**

Os critérios para o recrutamento foram: a) possuir idade entre 20 e 40 anos, b) participar de corrida de rua há pelo menos 6 meses e treinar de 3 a 5 vezes por semana, c) não apresentar problemas ortopédicos e/ou de doença cardiopulmonar ou metabólica; d) não ser fumante ou caracterizado com qualquer outro tipo de dependência química; e) não fazer uso de medicamentos ergogênicos ou qualquer outro tipo de medicamento que poderia influenciar negativamente o desempenho. A classificação dos indivíduos pelo desempenho foi por meio da velocidade máxima atingida em um teste cardiopulmonar, descrito a seguir. Todos assinaram termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Federal do Espírito Santo (CEP/UFES, Anexo I).

### **3.2. Procedimentos do estudo**

Os participantes do estudo submeteram-se a uma bateria de testes e foram orientados a não praticar exercícios intensos desde o dia anterior aos exames, não ingerir bebidas alcoólicas ou suplementos que contivessem substâncias tais como cafeína, efedrina, albuterol, ou qualquer substância que pudesse influenciar o resultado dos exames.

Os corredores foram recrutados em provas de corridas de rua, do circuito capixaba, e na ocasião, respondiam ao questionário de seleção amostral para entrada na pesquisa (Anexo II). Em seguida, quando atendiam aos critérios da seleção,

apresentavam-se na clínica de investigação cardiovascular (CIC) do Centro de Ciências da Saúde, em jejum de 12 horas, aproximadamente às 7 horas da manhã. O grupo controle foi recrutado por meio de convite à comunidade, e passou pela mesma triagem de seleção supramencionada.

Os seguintes exames foram realizados por uma ordem de fluxo individual: 1) antropometria; 2) coleta de sangue; 3) coleta de urina; 4) medida de pressão arterial de repouso; 5) dilatação mediada por fluxo; 6) eletrocardiograma de repouso (ECG); 7) velocidade de onda de pulso (VOP), 8) tonometria de aplanção; 9) variabilidade da frequência cardíaca; 10) teste de 4 segundos; 11) ecocardiograma; 12) teste pressórico do frio; 13) teste cardiopulmonar de exercícios - TCPE.

Para a finalidade do presente estudo foram extraídos do banco de dados informações referentes ao questionário de triagem, a antropometria, a tonometria de aplanção, a velocidade da onda de pulso e ao teste cardiopulmonar de exercícios, que são descritos a seguir.

### **3.3. Questionários e entrevistas**

Para o conhecimento da idade, tempo de treinamento e duração semanal do treino (horas), e condições de saúde dos corredores foi utilizado um questionário próprio do estudo ESCHOT (Anexo III).

### **3.4. Medidas antropométricas**

A massa corporal foi medida utilizando uma balança digital (Toledo, São Paulo, Brasil) com precisão de 0,01 kg; a estatura, através do estadiômetro Seca com precisão de 1 mm (modelo 216, Santa Catarina, Brasil), através dos quais foi calculado o índice de massa corporal (IMC). Os indivíduos vestidos com camisetas e calções leves.

### 3.5. Teste cardiopulmonar de exercício – TCPE

O teste foi aplicado por profissionais experientes e com acompanhamento de um cardiologista. Foi utilizada uma esteira ergométrica (Inbrasport Super ATL; Micromed, Porto Alegre, Brasil) e um sistema de calorimetria indireta, por meio de analisador de gases de circuito aberto - ergoespirômetro (Córtex, modelo Metamax 3B; Leipzig, Alemanha), aplicando o protocolo de rampa. Inicialmente os corredores foram submetidos a eletrocardiograma de repouso (ECG; Micromed, Porto Alegre, Brasil), utilizando-se as 12 derivações convencionais. As variáveis ventilatórias e trocas gasosas foram mensuradas continuamente durante o teste a cada respiração, sendo expressas como médias de 20 s, a saber: consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$   $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$  e  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD); produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$   $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$  e  $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  STPD); razão de troca respiratória (RTR), ventilação pulmonar ( $\text{VE}$   $\text{l} \cdot \text{min}^{-1}$  BTPS), equivalentes ventilatórios de oxigênio e dióxido de carbono ( $\text{VE}/\text{VO}_2$  e  $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ), e pressões expiratórias finais de oxigênio e dióxido de carbono ( $\text{PEO}_2$  e  $\text{PETCO}_2$  mmHg). Antes de cada conjunto de testes, o analisador de gás foi calibrado utilizando gases de concentração conhecida de dióxido de carbono e oxigênio balanceados com nitrogênio e o medidor de fluxo foi calibrado com uma seringa de 3-L.

Para aceitar o teste como máximo, os seguintes critérios foram seguidos (HOWLEY et al., 1995): a) exaustão ou incapacidade para manter a velocidade requerida; b) razão de troca respiratória superior a 1,15; c) frequência cardíaca máxima ( $\text{FC}_{\text{máx.}}$ ) de pelo menos 90% da  $\text{FC}_{\text{máx.}}$  estimada (220- idade).

A FC foi aferida por registro eletrocardiográfico (ECG), no pré-esforço, durante todo o teste e até o terceiro minuto da recuperação. Todos os testes foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício – LAFEX/CEFD, em condições semelhantes de pressão atmosférica, umidade relativa do ar e temperatura.

Todos os indivíduos foram instruídos a fazer jejum por 2 horas antes do teste de esforço progressivo máximo, além de se abster de cafeína e álcool, e evitar atividade física intensa no dia que precede o teste.

### **3.6. Tonometria de aplananação**

Exame realizado em equipamento SphygmoCor® (ArtCor Medical Inc., Austrália) é um método de medida de pressão arterial que reconstitui de forma indireta, através de algoritmo matemático, a pressão arterial central (PC), isto é, a pressão na raiz aorta.

Por meio deste método é possível se estudar a morfologia da onda de pulso de determinada artéria de maneira não invasiva. É um sistema de análise de onda de pulso, que fornece índices que expressam alterações da função vascular, incluindo estimativas indiretas da rigidez arterial. Possui software equipado com uma função de transferência na qual através da leitura da onda de pulso de vaso periférico (artéria radial) são obtidos os parâmetros centrais (artéria aorta).

A leitura da onda de pulso é feita pela colocação do transdutor (tonômetro) sobre o ponto mais forte de pulsação de uma determinada artéria periférica. Esta artéria é suavemente comprimida contra os tecidos mais profundos como osso ou cartilagem, resultando em uma superfície aplanada que possibilita ao sensor captar as variações da onda de pulso.

Este sinal é captado e interpretado pelo software que reproduz e analisa a onda de pulso (HAYWARD *et al.*, 2002). A leitura da onda de pulso se dá em função da artéria radial e carótida como definido e validado previamente por (O'ROURKE, 1996; GALLAGHER, 2004). A mensuração da pressão aórtica de maneira não invasiva apresenta relação forte com a pressão aórtica medida diretamente ( $r^2 = 0,94$ ), segundo Gallagher *et al.* (2004).

O exame foi realizado com os indivíduos na posição supina após cinco minutos em repouso. Foi utilizado o aparelho oscilométrico automático previamente validado e com certificação de calibração do fabricante (Omron 705CP, Intelissense, Japão). Os valores da pressão arterial sistólica e diastólica, definidos após duas verificações, foram utilizados para calibração do tonômetro. Em seguida, posicionou-se o tonômetro sobre o ponto de maior pulsação da artéria radial direita para se obter a onda de pulso radial. O exame foi considerado válido e de boa qualidade quando apresentou o Índice de Operação (operator index) superior a 80%.

### **Principais variáveis da tonometria avaliadas:**

**PASp e PADp** - Pressão arterial sistólica e diastólica periférica mensurada pela oscilação do pulso radial gerada na fase sistólica e diastólica do ciclo cardíaco.

**PASc e PADc** - Pressão arterial sistólica e diastólica central - estimada a partir da pressão exercida pelo sangue contra o interior das paredes arteriais.

**PPp** - Pressão de pulso periférica - definida como a diferença entre a PASp e PADp.

**PPc** – Pressão de pulso central medida de forma indireta, é a diferença entre pressão sistólica central e pressão diastólica central (PAS<sub>c</sub> - PAD<sub>c</sub>).

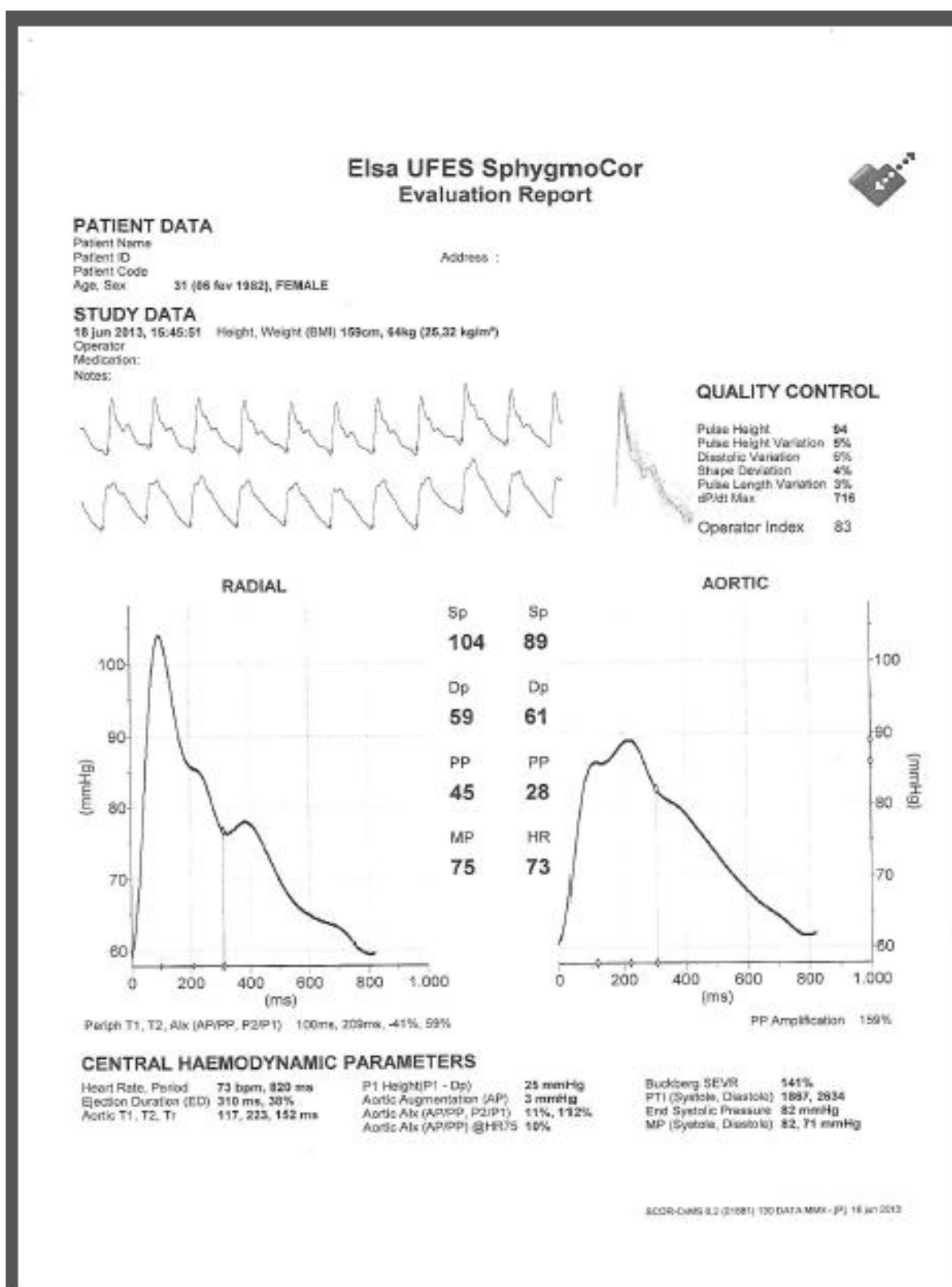
**AI%** – Índice de incremento também conhecido como Augmentation Index, é um indicador que fornece a magnitude da onda de reflexão do pulso. É definido pela razão entre a pressão determinada pela onda refletida (P2) e a onda de ejeção (P1), que dependem da velocidade da onda de pulso. O aumento absoluto pode ser calculado em relação ao P1 ( $AI\% = \Delta P(P2-P1)/P1$ ) e em relação à pressão de pulso (PP) ( $AI\% = 2 (PP/P1)$ ). Ambos dão informações semelhantes, mas expressos em diferentes formas.

**ED** – Duração da ejeção em metros por segundos (m/s).

**DD** – duração da diástole (m/s).

**SVI** ou **SEVR%** – Índice de viabilidade subendocárdica também denominado de índice de Buckberg, é um índice de perfusão coronariana sendo a razão entre a área diastólica e a sistólica na curva de pressão aórtica. Relaciona o tempo de diástole com o de sístole. (SEVR é a razão entre a  $(ITPD/ITTc) \cdot 100^{-1}$ )

## Exame da Tonometria de aplanação





### 3.7. Velocidade da onda de pulso

Exame realizado em equipamento Complior® (Complior, SP, Artech Medical, França) para se determinar a rigidez de grandes vasos arteriais através da medida da velocidade de onda de pulso (VOP) carotídeo-femoral em metros por segundo (m/s).

Para a determinação da VOP foram colocados nos indivíduos (após repouso de cinco minutos em posição supina) dois transdutores sensíveis à pressão sobre os pontos de maior pulsação das artérias carótida comum direita e femoral direita.

Foi mensurado, pelo sistema, o intervalo de tempo entre o início da onda carotídea e o início da onda femoral, à velocidade de registro de 150 mm/s. A medida da distância entre os transdutores foi, então, usada para calcular a VOP aórtica, como a razão da distância entre os dois transdutores e o intervalo de tempo entre as duas ondas. Foram registradas 15 medidas consecutivas da VOP carótida-femoral pelo programa e, após seleção de 10 medidas com valores de VOP mais próximos, calculada a média em m/s.

Os procedimentos de tonometria de aplanção e a VOP foram realizados por uma técnica de enfermagem, treinada e certificada ao longo de todo o estudo. Sendo que a mesma não possuía conhecimento sobre os níveis de desempenho dos indivíduos avaliados.

### 3.8. Análise Estatística

Os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi testada com o teste Shapiro Wilk. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, a comparação entre os grupos foi realizada com a ANOVA de uma via, quando uma diferença significativa foi detectada procedeu-se o teste de comparação múltipla de Tukey. As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram tratadas com o teste de Kruskal-Wallis, e quando foi detectada diferença significativa entre os grupos foi utilizado o teste de comparação múltipla de Dunn's. Para tal análise foi utilizado o pacote estatístico SigmaStat 3.5.

Análise de covariância (ANCOVA) foi utilizada quando a idade, peso, frequência cardíaca e pressão arterial sistólica central apresentaram influência na variável dependente como covariável estatisticamente significativa. ANCOVA para medidas repetidas foi usada para comparar as medidas da tonometria entre os níveis de desempenho dos atletas. Os testes de ANCOVA foram seguidos pelo "post-hoc" de Bonferroni. A significância estatística, para todos os testes, foi estabelecida para  $p < 0,05$ . Para tal análise foi utilizado o pacote estatístico SPSS versão 22.

#### 4. RESULTADOS

As informações relatadas pelos grupos a respeito do regime de treinamento revelaram que o GSup treinava uma distância semanal maior, sendo que, 12 (75%) executavam de 60 a 70 km/semana, enquanto que o GInf, em sua maioria (10; 62,5%) treinavam de 40 a 50 km/semana. Em relação à frequência semanal, 10 (62,5%) do GSup realizava de 5 a 7 sessões por semana enquanto que 10 indivíduos (62,5%) do GInf cumpriam de 3 a 5 sessões por semana. No que tange a duração de treino, 11 (68,75%) do grupo GSup faziam de 90 a 120 minutos por dia e 9 (56,25%) do grupo GInf faziam de 60 a 90 minutos por dia.

Na Tabela 1: São descritas as características dos grupos de corredores classificados com nível de desempenho superior, inferior e grupo controle, comparando as distinções que podem ser atribuídas ao nível de desempenho físico.

O GSup apresentou menor peso corporal e IMC que os demais grupos, enquanto que a estatura foi maior no GCon.

Confirmando a distinção dos corredores de acordo com a capacidade cardiopulmonar, o grupo GSup apresentou maior velocidade máxima de corrida e consequentemente um consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2\text{máx}}$ ) mais elevado.

**Tabela 1:** Caracterização dos grupos classificados com nível de desempenho superior, inferior e grupo controle.

Variáveis	GSup (n=16)	GInf (n=16)	GCon (n=16)
Idade (anos)	33±6	36±5	32±6
Estatura (cm)	172±6 <sup>#</sup>	174±5	178±5
Peso corporal (kg)	64±7 <sup>*#</sup>	74±5	78±13
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	21±1 <sup>*</sup>	24±2	23±3
Veloc. $VO_{2\text{máx}}$ (km/h)	19±2 <sup>*#</sup>	14±1 <sup>†</sup>	12±1
$VO_{2\text{máx}}$ (ml.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	55±5 <sup>*#</sup>	44±2 <sup>†</sup>	38±4
Anos de treino	8±5	10±6	-

Valores expressos como média e desvio padrão. GSup: Grupo Superior; GInf: Grupo Inferior; GCon: Grupo Controle; IMC: Índice de massa corporal; FC: Frequência Cardíaca; VELOC. $VO_{2\text{máx}}$ : Velocidade de corrida no  $VO_{2\text{máx}}$ ;  $VO_{2\text{máx}}$ : Consumo máximo de oxigênio. \*P<0,05 em relação à GSup vs. GInf; <sup>#</sup>P<0,05 em relação a GSup vs.GCon; <sup>†</sup>P<0,05 em relação GInf vs. GCon.

Valores da hemodinâmica periférica e central para ambos os grupos são apresentados na Tabela 2: Como esperado, a frequência cardíaca de repouso foi mais baixa em corredores com desempenho superior, assim como uma menor pressão arterial sistólica periférica, já a pressão diastólica periférica foi diferente apenas com relação ao grupo controle, porém a pressão de pulso periférica não apresentou diferenças entre os grupos.

As pressões sistólica e diastólica central apresentaram-se mais baixa para os corredores com desempenho superior com relação ao grupo controle e a pressão de pulso central não apresentou diferenças entre os grupos.

A duração da diástole foi significativamente maior no grupo de corredores com desempenho superior com relação aos demais grupos (Figura1). Contudo, o índice de duração da ejeção (ED) indicador da função sistólica do ventrículo esquerdo (VE) não apresentou diferenças entre os grupos.

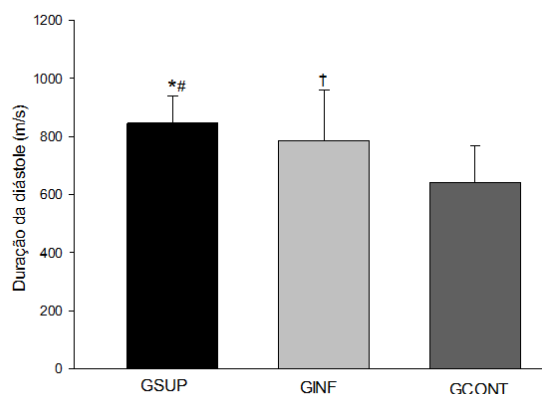


Fig. 1. Duração da diástole. GS: Grupo Superior; GI: Grupo Inferior;

GC: Grupo Controle. Valores expressos como média e desvio padrão. \*P < 0,05 em relação à GSup vs. GInf; #P < 0,05 em relação a GSup vs. GCon; †P < 0,05 em relação GInf vs. GCon.

Os indicadores de função vascular não foram diferentes entre os treinados e o controle. O AI, que indica a magnitude da reflexão da onda de pulso a partir da periferia não apresentou diferença significativa entre os grupos, e a velocidade de onda de pulso não diferiu entre os grupos.

**Tabela 2:** Hemodinâmica Periférica e Central dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle.

Variáveis	GSup (n=16)	GInf (n=16)	GCon (n=16)
FCr (bpm)	51,4±4 (51) <sup>#</sup>	55,1± 9,3 (55)	62,7±8,4(63)
PAS <sub>p</sub> (mmHg)	120 ±7 (122) <sup>*#</sup>	127± 8 (128)	130 ±8 (128)
PAD <sub>p</sub> (mmHg)	68±6 (68) <sup>#</sup>	71±5 (71)	76± 8 (77)
PP <sub>p</sub> (mmHg)	51±7 (51)	56±9 (55)	52±6 (51)
PASc (mmHg)	103±9 (105) <sup>#</sup>	107 ±6 (107)	113±9 (108)
PADc (mmHg)	69±6 (69) <sup>#</sup>	72±5 (72)	77±8 (78)
PP <sub>c</sub> (mmHg)	34±5 (36)	35±5 (34)	35±5(33)
DD (m/s)	845±92 (834) <sup>*#</sup>	786±174(748) <sup>†</sup>	641±128 (542)
SEVR (%)	218±27 (218) <sup>*#</sup>	197± 32 (197) <sup>†</sup>	167±28 (167)
ED (m/s)	329 ±27 (329)	332±26 (332)	328 ± 18 (327)
AI (%)	109±12 (112)	109±11 (107)	110±19 (111)
VOP (m/s)	7,1 ±1,0 (7)	7,6 ±1,8 (7)	8,0±1,1(8)

Anova de uma via; Valores expressos como média ± desvio padrão e mediana. **FCr**: frequência cardíaca de repouso; **PASp**: Pressão Sistólica Periférica; **PADp**: Pressão diastólica periférica; **PPp**: pressão de pulso periférica **ED**: Duração da ejeção (ms); **DD**:Duração diastólica; **PASc**: Pressão sistólica central; **PADc**: Pressão diastólica central; **PPp**: Pressão de pulso central; **AI**: Índice de aumento central; **SEVR**: Índice de Viabilidade subendocárdica; **VOP**: Velocidade da onda de pulso; \*P<0,05 em relação a GSup vs. GInf; <sup>#</sup>P<0,05 em relação GSup a VS. GCon; <sup>†</sup>P<0,05 em relação GInf vs.GCon.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias calculadas estatisticamente das variáveis hemodinâmicas corrigidas para uma idade média de 34,5 anos (estimada pelo modelo) e da velocidade máxima corrigida para media de peso de 72 kg (estimado pelo modelo).

Mesmo não apresentando diferenças na idade entre os grupos, foi testada a influência desta variável, baseados nos efeitos documentados desta, sobre a pressão arterial.

Portanto, na Tabela 3 são apresentados ajustes adicionais para idade e peso, uma vez que neste último parâmetro os grupos se diferenciaram na velocidade máxima, os dados ajustados mostram que a idade não afetou o modelo ( $p=0,198$ ; explicou apenas ~4%), porém o peso afetou ( $p=0,008$ ; explicou ~16%) mostrando que quanto maior o peso menor são os valores de velocidade.

Quando ajustado para idade e peso, o modelo não afetou as seguintes variáveis: FC idade ( $p=0,41$ ), quanto ao peso ( $p=0,56$ ); ED idade ( $p=0,21$ ), quanto peso ( $p=0,37$ ); PASp idade ( $p=0,96$ ), quanto peso ( $p=0,30$ ); SERV idade ( $p=0,56$ ) e peso ( $p=0,87$ ); FC Idade ( $p=0,41$ ) e peso ( $p=0,56$ ); DD Idade ( $p=0,52$ ) e peso ( $p=0,55$ ); e PPc ( $p=0,89$ ) e peso ( $p=0,35$ ).

Contudo, a idade explicou as variações de pressão PASc (16%,  $p=0,007$ ), PADc (22%,  $p=0,001$ ), PADp (21%;  $p=0,002$ ), AI (28%;  $p=0,000$ ) e VOP (30%;  $p=0,000$ ) ou seja, o aumento da idade "aumentou" os valores dos grupos. O peso não afetou nenhum destes parâmetros.

**Tabela 3:** Hemodinâmica Periférica e Central dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle. Valores ajustados pela idade e ou peso.

Variáveis	GSup (n=16)	GInf (n=16)	GCon (n=16)
FCr (bpm)	50,8± 2,1* <sup>#</sup>	55,6± 2,0	62,8±2,0
VELOC. VO <sub>2máx</sub>	20±0* <sup>#</sup>	18±0 <sup>†</sup>	14±0
PAS <sub>p</sub> (mmHg)	120 ±2* <sup>#</sup>	127± 1	130 ±2
PAD <sub>p</sub> (mmHg)	69±1 <sup>#</sup>	70±1	77± 1
PP <sub>p</sub> (mmHg)	51±7	56±9	52±6
PASc (mmHg)	105±2 <sup>#</sup>	106 ±2	113±2
PADc (mmHg)	70±1 <sup>#</sup>	71±1	78±1
PP <sub>c</sub> (mmHg)	34±1	35±1	35±1
DD (m/s)	855±37* <sup>#</sup>	779±35 <sup>†</sup>	644±37
SEVR (%)	219±8* <sup>#</sup>	196± 7 <sup>†</sup>	168±7
ED (m/s)	329 ±6	331±6	327 ± 6
AI (%)	110±3	108±3	111±3
VOP (m/s)	7,2±1,2	7,4 ±1,2	8,1±1,0

Estatística ANCOVA; Valores expressos como média ± Erro padrão. Valores ajustados pela idade e, ou peso **FCr**: frequência cardíaca de repouso; **VELOC.VO<sub>2máx</sub>**: Velocidade de corrida no VO<sub>2máx</sub>; **PAS<sub>p</sub>**: Pressão Sistólica Periférica; **PAD<sub>p</sub>**: Pressão diastólica periférica; **PP<sub>p</sub>**: Pressão de pulso periférico; **ED**: Duração da ejeção (ms); **DD**: Duração diastólica; **PASc**: Pressão sistólica central; **PADc**: Pressão diastólica central; **PP<sub>c</sub>**: Pressão de pulso central; **AI**: Índice de aumento central; **SEVR**: Índice Viabilidade subendocárdica; **VOP**: Velocidade da onda de pulso; \*P<0,05 em relação a GSup vs. GInf; <sup>#</sup>P<0,05 em relação GSup a VS. GCon; <sup>†</sup>P<0,05 em relação GInf vs. GCon.

Na tabela 4 são apresentados ajustes adicionais das variáveis (DD, SERV, AI) pela frequência cardíaca e (VOP) pela pressão arterial sistólica central.

A correção pela FC se fez necessária uma vez que uma baixa frequência cardíaca pode estar associada com a melhora da diástole e do índice de perfusão. Para a VOP a correção se fez necessária, pois a pressão arterial tem uma forte influência sobre essa variável.

Na duração da diástole a FC apresentou-se como uma forte covariável, afetando significativamente o modelo (95%, p=0,000), de tal modo que depois da correção,

não foi possível encontrar diferenças entre os grupos ( $p=0,74$ ). Da mesma forma para o SERV (57%,  $p=0,000$ ), de forma que após a correção não foi possível encontrar diferenças entre os grupos, embora uma aproximação fosse visível ( $p=0,07$ ; onde o grupo controle versus o superior apresentou  $P=0,077$ ). O que demonstra a possibilidade de se encontrar diferenças para um estudo com cálculo amostral específico para essa variável.

Apesar de não ser diagnosticado efeito no modelo para AI ( $p=0,095$ ). A FC foi novamente uma covariável importante explicou o modelo em torno de (13%,  $p=0,013$ ). Entretanto, após a correção foram mantidas as semelhanças neste índice ( $p=0,25$ ).

Em relação a VOP a PASc se apresentou como uma covariável importante explicando o modelo em torno de (21%,  $p=0,001$ ), portanto com a correção não foi possível encontrar diferenças entre os grupos ( $p=0,52$ ).

**Tabela 4:** Variáveis vasculares dos corredores classificados com nível de desempenho aeróbio superior, inferior e grupo controle, corrigidas pela FC e PASc.

Variáveis	GSup (n=16)	GInf (n=16)	GCon (n=16)
DD (m/s) corrigido pela FC	758±8	762±8	753±8
SEVR (%) corrigido pela FC	203±5	193±4	185±5
AI (%) corrigido pela FC	105±3	108±3	115±3
VOP (m/s) corrigido pela PASc	7,4 ± 1,0	7,6±1,2	7,8±1,2

Estatística ANCOVA; Valores expressos como média ± desvio padrão. Valores ajustados pela FC e PASc. Duração da diástole (DD) corrigida pela frequência cardíaca (FC); Viabilidade subendocárdica (SERV) corrigida pela frequência cardíaca (FC); Índice de incremento (AI) corrigido pela frequência cardíaca (FC); VOP corrigido pela pressão arterial sistólica central (PASc).



## 5. DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo, que temos conhecimento, a avaliar a função vascular com o uso da tonometria de aplanção em uma amostra saudável de corredores de rua, não maratonistas, com diferentes níveis de desempenho aeróbio classificados em um teste cardiopulmonar. Assim, nossos resultados adquirem importância por fornecer valores hemodinâmicos pelo método não invasivo, objetivando proporcionar um melhor conhecimento sobre as propriedades dos vasos arteriais desses indivíduos.

A seleção dos grupos com desempenho superior e inferior pelos valores de velocidade máxima atingida no TCPE se mostrou adequada, uma vez que se observaram diferenças no volume de treino relatado pelos grupos. O GSup relatou um regime de treinamento com maior volume, quando comparado ao GInf. Dessa forma uma maior aptidão cardiorrespiratória foi encontrada para o grupo com desempenho superior ( $VO_{2m\acute{a}x} = 55 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ). De acordo com a literatura o  $VO_{2m\acute{a}x}$  tem sido uma variável de medida da aptidão cardiorrespiratória e está relacionado com a intensidade e volume de treino (SANTOS, 2012; BILLAT *et al* 2003; ESTEVE- LANO *et al* 2005).

Embora considerada alta para a população em geral, a aptidão cardiorrespiratória dos corredores de nível superior, selecionados para esse estudo, não atingiu patamar para considerá-los como elite desse esporte uma vez que,  $VO_{2m\acute{a}x}$  entre 62 a  $71 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (nível nacional) e de 75 a  $78 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (nível internacional) são vistos na literatura para definir corredores de alto nível (BILLAT *et al.*, 2003; ESTEVE- LANO *et al* 2007; SANTOS, 2012).

Como já esperado a FCr foi menor para o GSup, com relação aos demais grupos. Os valores pressóricos periférico referente à pressão arterial sistólica apresentou-se reduzido com relação aos demais grupos, já a pressão arterial diastólica só foi diferente quando comparado ao grupo controle. Esses achados corroboram em parte com os resultados de Otsuki *et al.* (2007) uma vez que esses autores

encontraram um menor valor de PAS periférica em grupo com maior tempo de treinamento.

Com relação aos valores pressóricos centrais não houve diferenças entre os GSup e GInf, entretanto os dois grupos apresentaram valores reduzidos com relação ao GCont mesmo após a correção para a idade. Entretanto, a função vascular medidas tanto pela VOP, quanto pelo AI, não foi diferente entre os grupos.

Apenas a menor frequência cardíaca parece explicar os melhores índices pressóricos, e de perfusão miocárdica (SEVR), esses achados corroboram com os resultados de Edwards e Lang (2005) que estudaram transversalmente em atletas de endurance a pressão central aórtica e índice derivado da análise da onda de pulso, e não foram encontradas diferenças no valor de pressão central aórtica, por outro lado, o índice de viabilidade subendocárdica foi maior em atletas de endurance, indicando maior capacidade de extração de oxigênio pelo miocárdio nesses atletas.

O que se pode sugerir é que os valores pressóricos centrais estão favorecidos para os grupos com desempenho superior e inferior uma vez que não foram encontradas diferenças entre os mesmos, porém apresentaram valores reduzidos quando comparado ao grupo controle. Esses resultados fazem sentido uma vez que o grupo estudado foi formado por indivíduos saudáveis e que independente do nível de condicionamento físico ambos foram favorecidos pelos efeitos benéficos do exercício, uma vez que valores elevados da PASc estão relacionados com aumento dos riscos cardiovasculares (BORTOLOTTI, 2009; O'ROURKE *et al.*, (2002).

Radtko *et al.*, (2014), em estudo recente, não encontrou diferenças na PA de corredores recreacionais, maratonistas e de ultra-endurance, na medida casual. No entanto, os mesmos autores identificaram maior valor médio da PAS e pressão arterial média, quando monitoradas por 24 h, para os corredores de ultra-endurance, que executavam uma carga de 4,8 h de treinamento diário.

De fato, tem sido documentado elevados valores pressóricos em corredores com alto volume e intensidade de treino, Vlachopoulos *et al.*, (2010b), compararam um

grupo controle com um grupo de maratonistas e verificaram que os atletas possuíam uma pressão arterial significativamente maior, e que a diferença na velocidade da onda de pulso (VOP) desapareceu após o ajuste para pressão arterial.

No entanto nosso grupo de corredores não se encontra com característica de alto rendimento, o que reforça que a prática de exercícios aeróbios, não extenuante leva a melhoras significativas ao sistema cardiovascular. Isso é reforçado pela correlação entre velocidade e  $VO_{2\text{máx}}$ , com a PAM. (velocidade e PAM=  $R= 0,563$ ,  $r^2=0,317$ ;  $VO_{2\text{máx}}$  e PAM =  $R= 0,497$ ,  $r^2=0,231$ ,  $P < 0,05$ ) dados não apresentados.

Em nossos resultados não foi encontrado diferenças nas curvas de PPp e de PPc, no estudo de Laurent *et al.*, (2011), foi verificado que atletas de endurance tiveram maior pressão de pulso periférica e pressão de pulso central. O fato de as curvas de PPp e de PPc não serem diferentes entre os grupos de nosso estudo pode ser um bom indicador da qualidade de seguimento destes indivíduos, uma vez que estas variáveis podem contribuir como o aumento da carga cardíaca em repouso (LAURENT *et al.*, 2011).

A rigidez arterial tem uma forte relação com a pressão arterial, sendo um preditor de eventos cardiovasculares (VLACHOPOULOS *et al.*, 2010a; MALDONADO *et al.*, 2011), e sua importância tem sido realçada devido ao fato de ser uma medida integrada do impacto de diversos fatores de risco sobre a parede arterial (SUTTON - TYRRELL *et al.*, 2001). Por outro lado, a prática regular de exercício aeróbio parece atenuar o enrijecimento arterial. (CURRIE *et al.*, 2009; HAYASHI *et al.*, 2005; EDWARDS e LANG, 2005).

No presente estudo, a rigidez arterial foi avaliada pela medição do AI através da artéria radial, e pela medição da VOP carótido-femoral, em ambos os métodos não se encontrou diferença entre os grupos.

O índice de aumento (AI) é um indicador que permite medir a magnitude da onda de reflexão e, assim, identificar a rigidez arterial (O'ROURKE e KELLY, 1993), valores elevados do AI indicam precocidade da onda de reflexão da periferia (por

rigidez) e/ou aumento do tempo de ejeção ventricular (O'ROURKE, 1990; NICHOLS e O'ROURKE, 1998). Fisiologicamente em uma árvore arterial normal, a onda sistólica é refletida em todas as bifurcações e regressa à raiz da aorta durante a diástole, auxiliando o enchimento coronário durante esta fase do ciclo cardíaco. Em vasos mais rígidos, verifica-se um retorno mais precoce das ondas retrógrada vindas da periferia, chegando à raiz da aorta ainda durante a sístole, aumentando a pressão sistólica central, impondo ao ventrículo esquerdo maior trabalho e comprometendo também o enchimento coronário (CARMONA, 2004).

A velocidade da onda de pulso (VOP) permite avaliar a rigidez arterial através da velocidade entre a carótido-femoral, e valores elevados deste índice têm sido associados a uma maior incidência de eventos coronários e do risco cardiovascular (GATZKA *et al.*, 1998; BLACHER *et al.*, 1999; BOUTOUYRIE *et al.* 2002; NICHOLS, 2005; MALDONADO *et al.*, 2011).

Em nosso estudo não foram encontradas diferenças do AI e VOP entre os grupos, mesmo após a correção do AI pela FC e da VOP pela PASc. Dessa forma os valores pressóricos mais atenuados não são explicados por redução do AI e VOP.

O AI é conhecido por ser afetado por uma série de variáveis incluindo a frequência cardíaca (WILKINSON *et al.*, 2000). O grupo com desempenho superior teve uma FC de repouso menor em relação aos demais, mas ainda assim o AI não apresentou diferenças entre os grupos, mesmo após a correção para a FC. Estudos anteriores demonstraram uma relação entre rigidez arterial e nível diferentes de condicionamento aeróbio ( $VO_{2máx}$  65 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para indivíduos bem treinados e  $VO_{2máx}$  49 mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> para corredores ditos recreacionais) entre jovens adultos a partir da artéria radial, e também através da complacência da artéria carótida, sendo que o AI e a VOP foi inferior para o grupo que possuía melhor desempenho físico. (EDWARDS e LANG, 2005; HIROFUMI *et al.*, 2000; VAITKEVICIU *et al.*, 1993).

A PASc se apresentou como uma covariável importante para VOP explicando 21% de suas variações, portanto após a correção não foi possível encontrar diferenças entre os grupos. Radtke *et al.*, (2014 ) também ressalta a influência da PA nas variações da VOP, destacando que os estudos que demonstram aumento de rigidez

arterial entre os corredores, chamados por ele de ultra-endurance, é explicada pela maior PAS. Por outro lado Hayachi *et al.*, (2005) após quatro meses de intervenção aeróbia não encontrou alteração da PA central, contudo verificou uma redução da VOP. Já no estudo de Otsuki *et al.*, (2007) indivíduos treinados em endurance em longo prazo exibiram menor VOP em relação ao grupo controle.

A redução da VOP se relaciona com o aumento da velocidade de corrida e com maiores valores de  $VO_{2máx}$ , contudo o AI não exhibe o mesmo comportamento (dados não apresentados). Essa observação chama para o fato de que os dois indicadores de função vascular não estão necessariamente exibindo o mesmo fenômeno.

Com relação aos resultados da VOP de nosso estudo ( $7,1 \pm 1,0$ ;  $7,6 \pm 1,8$ ;  $8,0 \pm 1,1$  m/s) esses valores nos leva a acreditar no baixo risco de rigidez arterial entre os grupos estudados, uma vez que as recomendações conjuntas da Sociedade Europeia de Hipertensão e Sociedade Europeia de Cardiologia sugeriram um corte de 12 m/s para a definição de repercussão vascular a partir da VOP aórtica.

Partindo dessas recomendações, Pereira *et al.*, (2011) estudaram uma população portuguesa com 668 indivíduos saudáveis, sendo 412 do sexo masculino, com idade média de  $39,73 \pm 15,6$  anos com pressão arterial sistólica e diastólica  $125,47 \pm 11,18$  e  $75,75 \pm 9,27$  mmHg. Estes indivíduos foram submetidos a uma avaliação da VOP no período médio de dois anos. Ao término do estudo foi detectada a VOP com média de  $8,8 \pm 1,4$  m/s, sendo de  $8,7 \pm 1,6$  m/s e  $8,9 \pm 1,5$  m/s, respectivamente no sexo feminino e masculino. Dessa forma acreditamos que o efeito nulo do AI e VOP entre os grupos se justifica por se tratar de indivíduos saudáveis, que apesar da diferença no desempenho físico possuem uma saúde cardiovascular preservada.

A maior duração da diástole encontrada no grupo de corredores com desempenho superior pode ter favorecido os resultados do SEVR, indicador da perfusão coronária, que se apresentou significativamente mais elevado para esse grupo. A viabilidade subendocárdica é a razão entre a área aórtica diastólica/ área aórtica sistólica na curva de pressão aórtica.

A área diastólica está associada à pressão e ao tempo de perfusão coronária, logo, com o suprimento de energia ao miocárdio, e a área sistólica está relacionada com o trabalho do coração e consequente consumo de energia (BUCKBERG *et al.*, 1972). Esse maior tempo de perfusão pode indicar que o grupo superior pode estar com um

volume sistólico mais elevado, porém sem prejuízos na função vascular, uma vez que a VOP e o AI não apresentou diferenças em relação aos demais grupos. Esse fato pode sinalizar para uma adaptação da bomba cardíaca e dos vasos centrais, mais sincronizadas, ao ponto de atenuar os valores pressóricos. No entanto, é necessário investigar se o SEVR em atletas de fato revela a perfusão coronária, uma vez que Marques *et al.*, (2014) não encontraram correlação entre o índice e a análise da perfusão por cintilografia, e nem mesmo diferença no SEVR em pacientes com isquemia comparados com aqueles com perfusão normal.

De qualquer forma, como já mencionado, o índice denota maior tempo de diástole em proporção a sístole, o que poderia ser favorável para o GSup que apresentam menor pressão arterial diastólica central, o que nos parece um mecanismo compensatório favorecido pela redução da frequência cardíaca.

Esses resultados nos levam a valorizar as adaptações crônicas advindas do treinamento de corrida de rua, mas as conclusões devem ser cautelosas quanto aos achados, uma vez que não se investigou atletas de alto nível de desempenho.

Embora não se conheça claramente o limite entre os benefícios e os riscos em relação a intensidade e ao volume de exercício aeróbio na função vascular, se faz necessárias pesquisas de longo prazo onde a prática do treinamento de endurance ocorra após realizações de exames cardiovasculares, e que a

identificação dos benefícios propostos por essa modalidade seja monitorado com avaliações frequentes de exames de acordo com a progressão de treino e com a identificação do  $VO_{2máx}$  que é um indicador de condicionamento físico, pois dessa

forma seria possível identificar em qual nível de treinamento os malefícios começariam superar os benefícios da prática.

## **6. CONCLUSÃO**

A partir dos resultados de nosso estudo observamos que corredores com capacidade de desempenho superior, aferido pela velocidade máxima de corrida, apresentam pressão arterial sistólica periférica e pressão arterial sistólica central menor e melhor tempo de duração da diástole, que seus pares sedentários, mas não apresentam melhores indicadores de função vascular (AI, VOP) na mesma comparação.



## LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Comparado a outras pesquisas, o nosso grupo estudado se apresenta com nível de aptidão cardiorrespiratória abaixo da categoria de atletas de elite, no entanto são diferentes em relação ao regime de treino e ao  $VO_{2m\acute{a}x}$ , o que reforça o fato da divisão dos grupos pela velocidade máxima, ter sido um critério válido. Outra limitação é o fato dos dados terem sido coletados em repouso, o que não reflete a capacidade vascular de adaptação à hemodinâmica do esforço. Dessa forma se faz necessário o desenvolvimento de estudos voltados a grupos com níveis de desempenho mais elevados, e a coleta de dados em situação de estresse hemodinâmico, para que possamos ter uma melhor compreensão do efeito dos diferentes níveis de treinamento aeróbio na função vascular.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE **Diretrizes do ACSM para teste de esforço e sua prescrição**; 7ª Edição; Traduzido por Giuseppe Taranto. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, Pág. 52, 2010.

BILLAT, V. L.; LEPRETRE, P. M.; HEUGAS, A. M.; LAURENCE, H. M.; SALIM, D.; KORALSZTEIN. Training and bioenergetics characteristics in elite male and female Kenyan runners. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Paris, v.35, p. 297-204, 2003.

BLACHER, J.; ASMAR, R.; DJANE, S.; LONDON, G.M.; SAFAR, M.E.: Aortic pulse wave velocity as a marker of cardiovascular risk in hypertensive patients. **Hypertension**. 33 (5):1111- 1117,1999.

BLAIR, S. N.; KOHL, H. W.; BARLOW, C. E.; GIBBONS, L. W. Physical fitness and all-cause mortality in hypertensive men. **Ann Med**, v.23, p. 307-312, 1991.

BORTOLOTTI, L. A. Pressão central: como interpretar na prática clínica. **Rev Bras Hipertens**,v.16(1): 46-47, 2009.

BOUTOUYRIE, P.; TROPEANO, A.I.; ASMAR, R.; GAUTIER, I.; BENETOS, A.; LACOLLEY, P. et al. Aortic stiffness is an independent predictor of primary coronary events in hypertensive patients: a longitudinal study. **Hypertension**, v.39 (1):p.10-15, 2002.

BUCKBERG,D.G.;FIXLER,D.E.;ARCHIE,J.P.;HOFFMAN,J.I,E. Experimental Subendocardial Ischemia in Dogs with Normal Coronary Arteries. **Circulation** V. 30, 1972.

BURR, J.F,C.; DRURY, T.; PHILLIPS,A. A., IVEY,A.;KU, J.; WARBURTON,D. E,R. Long-term ultra-marathon running and arterial compliance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, p.322–325, 2014.

CARMONA,J.P. Distensibilidade dos Grandes Vasos Arteriais,Doença Hipertensiva e Risco Cardiovascular. **Rev Port Cardiol**,v.23 (12):1551-1555, 2004.

CHAPMAN, J. H.; Profound sinus bradycardia in the athletic heart syndrome. **J Sports Med Phys Fitness**,v.22: 45-48, 1982.

CURRIE, K. D.; THOMAS, S. G.; GOODMAN, J. M. Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. **Eur J Appl Physiol**,v.107:p. 211–218, 2009.

MATOS, L. D.; CALDEIRA, N. A.; PERLINGEIRO, P. S.; DOS SANTOS, I.L.;NEGRAO, C.E.; AZEVEDO, L.F. Cardiovascular risk and clinical factors in athletes: 10 years of evaluation. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, p.943–950, 2011.

EDWARDS, D. G.; LANG, J.T.; Augumentation index and Systolic load are lower in competitive endurance athletes. **In Am J Hypertens**, V.18, p. 679-683, 2005.

ESTEVE-LANAO,J.; SAN JUAN, F.A.; EARNEST,C.P.; FOSTER,C.; LUCIA, A.: How do Endurance Runners Actually Train? Relationship with Competition Performance. **medicine & science in sports & exercise**, 2005.

ESTEVE-LANAO, J.; FOSTER,C.; SEILER, S.;LUCIA, A. Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**,v.21,n.3,p. 943-949, 2007.

FARINATTI, P. T,V.; OLIVEIRA, R. B.; PINTO, V.L,M.; MONTEIRO, W.D.; FRANCISCHETTI, E.; Programa domiciliar de exercícios: Efeitos de curto prazo sobre a aptidão física e pressão arterial de indivíduos hipertensos. **Arq Bras Cardiol**,v.84:p.473-479,2005.

FAGHERAZZI, S.; DIAS, R. L.; BORTOLON, F.; Impacto do exercício físico isolado e combinado com dieta sobre os níveis séricos de HDL, LDL, colesterol total, e triglicérido. **Rev Bras Med Esporte**,v.14, p.381-386, 2008.

GALLAGHER, D.E. ADJI ,A. O'ROURKE, M.F. Validation of the transfer function technique for generating central from peripheral upper limb pressure waveform. **Am J Hypertens**, v.17, p. 1059–1067, 2004.

GATZKA, C.D.; CAMERON, J.D., KINGWELL, B.A.; DART, A.M.: Relation between coronary artery disease, aortic stiffness and left ventricular structure in a population sample. **Hypertension**,v.32,n.3,p. 575-578, 1998.

HAYASHI, K.; SUGAWARA, J.; KOMINE, H.; MAEDA, S.; YOKOI, T.; Effects of aerobic exercise training on stiffness of central and peripheral arteries in middle-aged sedentary men. **Jpn J Physiol**, v.55, p. 235–239, 2005.

HASKELL, W.L.M.; PATE, R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C.A.; HEATH, G. W.; THOMPSON, P.D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **In Med Sci Sports Exerc**, V.39, p. 1423-1434, United states, 2007.

HAYWARD, C.S.; KRAIDLY, M.; WEBB, C.M.; COLLINS, P. Assessment of endothelial function using peripheral waveform analysis: a clinical application. **J Am Coll Cardiol**, v.40(3), p. 521-8, 2002.

HEFFERNAN, K. S. How Healthy Were the Arteries of Phidippides? **Clin. Cardiol**, v.35(2), p.65–68, 2012.

HIROFUMI, T.; FRANK, A. D.; KEVIN, D. M.; CHRISTOPHER, M.; CLEVINGER, CHRISTOPHER, A. D.; DOUGLAS, R. S. Aging, Habitual Exercise, and Dynamic Arterial Compliance. **Circulation**, v.102, p.1270-1275, 2000.

HORIUCHI, M., OKITA, K. Blood Flow Restricted Exercise and Vascular Function. **International Journal of Vascular Medicine**, p.1-17, 2012.

HOWLEY, T.E.; BASSETT, JR.; WELCH, G.H. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, 1995.

JEKEL, J.F., ELMORE, J.G., KATZ, D.L. Introdução à medicina preventiva. In: Jekel JF, Elmore JG, Katz DL, editores. *Epidemiologia, bioestatística e medicina preventiva*. Porto Alegre: **Artes Médicas** Sul; 1999

KNECHTLE, B.; RUST, C. A.; ROSEMAN, T.; LEPERS, R. Age-related changes in 100-km ultra-marathon running performance. **Age (Dordr)**, v. 34, p.1033–1045, 2012.

KROGER, K. N.; LEHMANN, L. R. Carotid and peripheral atherosclerosis in male marathon runners. **Med Sci Sports Exerc**, 2010.

LAURENT, P.; MARENCO, P.; CASTAGNA, O.; SMULYAN, H.; BLACHER, J.; SAFAR, M. E.; Differences in central systolic blood pressure and aortic stiffness

between aerobically trained and sedentary individuals. **J Am Society Hypertens**,V.5,n.2, p.85-93, 2011.

LEPERS, R.; CATTAGNI, T. Do older athletes reach limits in their performance during marathon running? **Age (Dordr)**, v.34, p.773–781, 2012.

MALDONADO, J.; PEREIRA, T.; POLÓNIA, J.; SILVA, J.A.; MORAIS, J.; MARQUES, M. et al. Arterial stiffness predicts cardiovascular outcome in a low-to-moderate cardiovascular risk population:The EDIVA (Estudo de distensibilidade Vascular) Project. **J Hypertens**,v.29, p.669-675, 2011.

MARQUES, F. E, M.; HONG,V. C.; GIORGI,M.C,P.; LUIZ APARECIDO BORTOLOTO, L. A. Comparação entre a razão de viabilidade subendocárdica obtida por tonometria de aplanção e alterações de perfusão miocárdica pela cintilografia. **Rev Med** ,v.93 (1), p.14-21., 2014.

MEDINA, F. L.; LOBO, F. S.; SOUZA, D. R.; KANEGUSUKU, H.; FORJAZ, C. L. M. Atividade Física: Impacto sobre a pressão arterial. **Rev Bras Hipertens** v.17(2), p.103-106, 2010.

MOHLENKAMP, S.; N.; LEHMANN, F.; BREUCKMANN *et al.* Running: the risk of coronary events: prevalence and prognostic relevance of coronary atherosclerosis in marathon runners. **Eur Heart J**,v.29 ,p.1903-1910, 2008.

MORRA, E. A.; ZANIQUELI, D.; RODRIGUES, S. L.; WELLINGTON LUNZ,W.; MILL, J.G.;CARLETTI, L. Long-term intense resistance training in men is associated with preserved cardiac structure/function, decreased aortic stiffness, and lower central augmentation pressure. **Journal of Hypertension**, 2013.

MYACHI, M.; KAWANO, H.; SUGAWARA, J.; TAKAHAS HI,K.; HAYASHI, K.; YAMAZAKI, K.; TABATA, I.; TANAKA, H. Unfavorable effects of Resistencia training on central arterial compliance: a randomized intervention study. **In Circulation**,v.110, p. 2858-28-63, United States, 2004.

NEILAN, T.G.; YOERGER, D. M.; DOUGLAS, P. S.; MARSHALL,J. E., HALPERN,E.F.; LAWLOR, D.; PICARD, M. H.; WOOD,M.J.; Persistent and reversible cardiac dysfunction among amateur marathon runners. **Eur Heart J**,v. 27,p. 1079–1084, 2006.

NICHOLS W , O'ROURKE M. McDonald's Blood Flow in Arteries: Theoretical, Experimental and Clinical Principles, **Aenord**, London, 1998.

NICHOLS, W.W.; Clinical measurement of arterial stiffness obtained from noninvasive pressure waveforms. **Am J Hypertens**, v.18, (1 Pt 2):3S-10S, 2005.

O'KEEFE, J. H.; PATIL, H.R; LAVIE, C.J; MAGALSKI, A.; VOGEL, R.A.; MCCULLOUGH, P.A. Potential adverse cardiovascular effects from excessive endurance exercise. **Mayo Clin Proc**, v. 87, p. 587–595, 2012.

O'KEEFE, J.H.;SCHNOHR, P.; LAVIE, C.J. The dose of running that best confers longevity. **Heart**, v. 99, p. 588–590, 2013.

O'ROURKE M. Arterial stiffness, systolic blood pressure, and logical treatment of arterial hypertension. **Hypertension**.v.15, p. 339-347,1990.

O'ROURKE MF, KELLY RP. Wave reflection in the systemic circulation and its implications in ventricular function. **Journal of Hypertension**.v.11,327-337,1993.

O'ROURKE, M.F., GALLAGHER, D.E. Pulse wave analysis. **J Hypertens Suppl**, v.14(5),p. 147-57, 1996.

O'ROURKE, M. F.; STAESSEN, J. A.; VLACHOPOULS, C.; DUPREZ, D.; PLANTE, G. E. Clinical applications of arterial stiffness; definitions and reference values. **Am J Hypertens**, v.15, n.5, p. 426-44, 2002.

OTSUKI, T.; MAEDA, S.; IEMITSU, M.; SAITO, Y.; TANIMURA, Y.; AJISAKA, R.; MIYAUCHI, T. Relationship between arterial stiffness and athletic training programs in young adult men. **J Am Society Hypertens**. V. 20, p. 967-73, 2007.

PEREIRA,T.; MALDONADO, J.; POLÓNIA,D,J.; ALBERTO,J. S.; MORAISE,J.; MÁRIO MARQUES, M. Definição de valores de referência da velocidade da onda de pulso arterial numa população portuguesa: uma sub-análise do projecto EDIVA. **Rev Port Cardiol**, v.30, n.9,p.691-698, 2011.

PLUIM, B. M.; ZWINDERMAN, A. H.; LAARSE, A. V.; WALL, E. E. The Athlete's Heart. A meta-analysis of cardiac structure and function. **Circulation**, v.100, p. 336-344, 1999.

RADTKE, T.; SCHMIDT, A.; BRUGGER, N.; SCHÄFER, D.; SANER, H.; WILHELM, M. Ultra-endurance sports have no negative impact on indices of arterial stiffness. **Eur J Appl Physiol** , 2014.

SALGADO, J. V.; CHACON-MIKAHIL, M. P, T.; Corrida de Rua: Análise do crescimento do número de provas e de praticantes. **Conexões**, v.4 (1), 100-109, 2006.

SANTOS,M.T.;RODRIGUES,A.I.;GRECO,G.C.MARQUES,A.L.;TERRA,B.;OLIVEIR A,B.R. Estimated VO<sub>2</sub>max and its corresponding velocity predict performance of amateur runners. **Rev. Bras. Cineantropometria e Desempenho Humano**,v.14, n.2, p.192-201,2012.

SCHMERMUND, A. T.; VOIGTLANDER, B. Nowak The risk of marathon runners-live it up, run fast, die young. **Eur Heart J**,v.29, p.1800–1802, 2008.

SILVA, M. S,V.; BOCCHI, A.; GUIMARÃES, G.V *et al.* Benefício do treinamento físico no tratamento de insuficiência cardíaca. Estudo com grupo controle. **Arq Bras Cardiol**, v.79, p.351-356, 2002.

STEIN, R.; MEDEIROS, C. M.; ROSITO, G. A.; ZIMERMAN, L. I.; RIBEIRO, J. P. Intrinsic Sinus and atrioventricular node electrophysiologic adaptations in endurance athletes. **J Am Coll Cardiol**, v.39, p.1033-1038. 2002.

STIEFEL, M.; KNECHTLE, B.; LEPERS, R. Master triathletes have not reached limits in their Ironman triathlon performance. **Scand J Med Sci Sports**. Epub ahead of print 14 May 2012.

SUTTON-TYRRELL, K.; NEWMAN, A.; SIMONSICK, E.M.; HAVLIK, R.; PAHOR, M.; LAKATTA, E.; SPURGEON, H.; VAITKEVICIUS, P. Aortic stiffness is associated with visceral adiposity in older adults enrolled in the study of health, aging, and body composition. **Hypertension**. V. 38 p.429 -433, 2001.

TANAKA, H.; DINENNO, F.A.; MONAHAN K. D.; CLEVINGER, C. M.; SOUZA,C. A.; SEALS, D. R. Aging, Habitual Exercise, and Dynamic Arterial Compliance. **Circulation**, v.102, p. 1270-1275, 2000.

THOMPSON *et al.* Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). **Circulation**, v.107, p. 3109-3116, 2003.

VAITKEVICIUS *et al.* Effects of age and aerobic capacity on arterial stiffness in healthy adults. **Circulation**. V.88, p.1456-1462,1993.

VLACHOPOULOS, C. D.; KARDARA, A.; ANASTASAKIS *et al.* Arterial stiffness and wave reflections in marathon runners. **Am J Hypertens**,v. 23 p.974–979, 2010a.

VLACHOPOULOS, C.; AZNAOURIDIS, K.; STEFANADIS, C. Prediction of cardiovascular events and allcause mortality with arterial stiffness: A systematic review and meta-analysis. **J Am College Cardiol**, v.55,p.1318-1327, 2010b.

WILKINSON, I.B.; MACCALLUM,H. FLINT, L.; COCKCROFT,J.R.; NEWBY, D.E.; WEBB, D.J.: The influence of heart rate on augmentation index and central arterial pressure in humans. **J Physiol**, v.525, p. 263–270. 2000.



## ANEXOS

### Anexo I



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Vitória-ES, 24 de março de 2010.

Da: Profa. Dr<sup>a</sup>. Ethel Leonor Noia Maciel  
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde


Para: Prof. (a) José Geraldo Mill.  
Pesquisador (a) Responsável pelo Projeto de Pesquisa intitulado: **"Parâmetros estruturais e funcionais do coração e de vasos sanguíneos em indivíduos submetidos por longo prazo, ao treinamento aeróbico ou resistido"**.

Senhor (a) Pesquisador (a),

Informamos a Vossa Senhoria, que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, após analisar o Projeto de Pesquisa nº. 009/10 intitulado: **"Parâmetros estruturais e funcionais do coração e de vasos sanguíneos em indivíduos submetidos por longo prazo, ao treinamento aeróbico ou resistido"** e o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, cumprindo os procedimentos internos desta Instituição, bem como as exigências das Resoluções 196 de 10.10.96, 251 de 07.08.97 e 292 de 08.07.99, **APROVOU** o referido projeto, em Reunião Ordinária realizada em 24 de março de 2010.

Gostaríamos de lembrar que cabe ao pesquisador responsável elaborar e apresentar os relatórios parciais e finais de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196 de 10/10/96, inciso IX.2. letra "c".

Atenciosamente,

  
Prof.<sup>a</sup> Dra Ethel Leonor Noia Maciel  
COORDENADORA  
Comitê de Ética em Pesquisa  
Centro de Ciências da Saúde/UFES

Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde  
Av. Marechal Campos, 1468 – Maruípe – Vitória – ES – CEP 29.040-091.  
Telefax: (27) 3335 7504

## Anexo II

**QUESTIONÁRIO DE SELEÇÃO AMOSTRAL****1) DADOS PESSOAIS**

1.1- Nome: \_\_\_\_\_

1.2- Idade (anos): \_\_\_\_\_

1.3- Telefone: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ celular (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

Telefones de amigos ou familiares: (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

**2) HÁBITOS E INDICADORES DE SAÚDE E DOENÇA**

2.1- Tabagismo:

Sim, regularmente (NÃO ELEGÍVEL)

Sim, ocasionalmente (&lt;1 cigarro/dia em média) (NÃO ELEGÍVEL)

Não, e nunca foi fumante

Não no momento, no passado sim

2.2- Etilismo. Você ingere bebida alcoólica?

Sim, regularmente (2 ou mais vezes por semana) (NÃO ELEGÍVEL)

Sim, ocasionalmente (1 vez a cada uma ou duas semanas)

Sim, raramente (&gt;1 vez a cada duas ou quatro semanas)

Não (&gt;1 vez por mês)

Não no momento, no passado sim

2.3 – Você tem diabetes?

Não Não sei informar Sim (NÃO ELEGÍVEL)

2.4 – Você tem alguma doença cardíaca ou vascular?

Não Não sei informar Sim (NÃO ELEGÍVEL)

Se SIM, especifique \_\_\_\_\_

2.5 – Alguém da sua família (parentes de 1º grau) possui doença cardíaca ou vascular?

Não Não sei informar Sim (NÃO ELEGÍVEL)

2.6 – Você teve alguma internação hospitalar nos últimos 5 anos?

Não Sim (se for por doença cardíaca, NÃO ELEGÍVEL)

**3) PRÁTICA DE EXERCÍCIO FÍSICO E HÁBITOS DE VIDA**

3.1 - Você é fisiculturista ou levantador de peso profissional (ou seja, em que ao menos parte de sua renda venha dessas atividades)?

Sim Não (vá para a questão 3.2)

a) Se SIM, especifique: \_\_\_\_\_

b) Se SIM, há quanto tempo é profissional (meses)? \_\_\_\_\_

c) Se SIM, há quanto tempo pratica “musculação”, incluindo o período não profissional? \_\_\_\_\_ (em meses).

3.2- Você é atleta profissional de corrida aeróbica (ou seja, em que ao menos parte de sua renda venha dessa atividade)?

Sim Não (vá para a questão 3.3)

a) Se SIM, qual modalidade de corrida aeróbica você pratica:

Corrida de curta distância (5 Km). Especifique (Km): \_\_\_\_\_

Corrida de média distância (5 a 20 Km). Especifique (Km): \_\_\_\_\_

Corrida de longa distância (> 20 Km). Especifique (Km): \_\_\_\_\_

3.3 - Você pratica exercício físico de forma regular por tempo superior a 2 anos (3 ou mais vezes/semana; duração >30 min/sessão)?

Sim Não (vá para a questão 3.4)

a) Se SIM, qual o tipo de exercício:

Musculação

Corrida aeróbica de curta distância (5 Km)

Corrida aeróbica de média distância (5 a 20 Km)

Corrida aeróbica de longa distância (> 20 Km)

Musculação e corrida aeróbica concomitantemente (NÃO ELEGÍVEL)

Ginástica aeróbica ou localizada (NÃO ELEGÍVEL)

Caminhada (NÃO ELEGÍVEL)

Outras: \_\_\_\_\_ (NÃO ELEGÍVEL)

b) Há quanto tempo pratica:

2 a 4 anos 4 a 6 anos 6 a 8 anos 8 a 10 anos > 10 anos

3.4 - Você praticou exercício físico de forma regular (3 ou mais vezes/sem; duração >30 min/sessão) durante os 2 anos anteriores?

Sim Não (vá para a questão 3.5)

a) Se SIM, qual o tipo de exercício:

Musculação

Corrida aeróbica de curta distância (5 Km)

Corrida aeróbica de média distância (5 a 20 Km)

Corrida aeróbica de longa distância (> 20 Km)

Musculação e corrida aeróbica concomitantemente

Ginástica aeróbica ou localizada

Caminhada

Outras: \_\_\_\_\_

b) Se SIM, por quanto tempo:

até 6 meses

6 a 12 meses

12 a 18 meses (NÃO ELEGÍVEL)

18 a 24 meses (NÃO ELEGÍVEL)

3.5 - Você se importaria (se oporia) em responder questões sobre uso de fármacos anabólicos (ex: anabolizantes, hormônios do crescimento, insulina, ou outros)?

Sim (ir para tópico 4) Não

3.6 - Você já **FEZ** uso de fármacos anabólicos (ex: anabolizantes, hormônios do crescimento, insulina, ou outros)?

Sim Não

a) Se SIM, descreva "nome(s) do(s) produto(s)", "quantidade(s) diária", "frequência semanal", "tempo de uso" e "quando parou".

3.8.2 - Você **FAZ** atualmente uso de fármacos anabólicos (ex: anabolizantes, hormônios do crescimento, insulina, ou outros)?

Sim Não

a) Se SIM, descreva "nome(s) do(s) produto(s)", "quantidade(s) diária", "frequência semanal", "tempo de uso" e "quando iniciou".

#### 4) SOMATÓTIPO

1) Peso corporal (kg): \_\_\_\_\_ Estatura (m): \_\_\_\_\_

2) Circunferências (cm):

a) Braço direito contraído: \_\_\_\_\_ (cm)

b) Perna direita contraída: \_\_\_\_\_ (cm)

3) Dobras cutâneas (mm):

a) Tricipital: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_ (3ª) \_\_\_\_\_

b) Subescapular: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_ (3ª) \_\_\_\_\_

c) Suprailíaca: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_ (3ª) \_\_\_\_\_

d) Panturrilha: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_ (3ª) \_\_\_\_\_

4) Diâmetros

a) Bicondilar femoral: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_

b) Biepicondilar umeral: (1ª) \_\_\_\_\_ (2ª) \_\_\_\_\_

5) Somatotipo

Ectomorfia: \_\_\_\_\_

Mesomorfia: \_\_\_\_\_

Endomorfia: \_\_\_\_\_

Classificação: \_\_\_\_\_ (para voluntários praticantes de musculação será necessária mesomorfia predominante, caso contrário ele será NÃO ELEGÍVEL)

Avaliador: \_\_\_\_\_

## Anexo III

## QUESTIONÁRIO DE PARTICIPAÇÃO

ID: \_\_\_\_\_ (Acrescentar esse ID no questionário de elegibilidade)

**1) DADOS PESSOAIS** (Algumas informações já foram coletadas no Questionário de Elegibilidade, apenas conferir se os dados estão corretos)

1.1- Nome: \_\_\_\_\_

1.2- Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ 1.3- Idade (anos): \_\_\_\_

1.4- Endereço: \_\_\_\_\_

Nº \_\_\_\_ Complemento \_\_\_\_ Bairro: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_-\_\_\_\_

Município: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_

Telefone: (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_ celular (\_\_\_\_) \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

1.5- Telefones de amigos ou familiares: (1) \_\_\_\_\_ (2) \_\_\_\_\_

1.6- Escolaridade:

Não alfabetizado ☐

Ensino fundamental ⑨ incompleto ☐ ou completo ☐

Ensino médio ⑨ incompleto ☐ ou completo ☐

Ensino superior ⑨ incompleto ☐ ou completo ☐

Pós-graduação (título): \_\_\_\_\_

1.7- Profissão: \_\_\_\_\_ Estado civil \_\_\_\_\_

1.8- Classificação racial. Você se declara:

☐ Negro ☐ Branco ☐ Mulato ☐ Asiático ☐ Índio ☐ Outro

1.9- Classificação econômica

### Sistema de pontos

#### Posse de itens

	Quantidade de itens				
	0	1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	1	2	3	4
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	4	5	6	7
Automóvel	0	4	7	9	9
Empregada mensalista	0	3	4	4	4
Máquina de lavar	0	2	2	2	2
Videocassete ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	4	4	4	4
Freezer (Independente ou parte da geladeira duplex)	0	2	2	2	2

Analfabeto/ Primário incompleto	Analfabeto/Até 3ª Série Fundamental	0
Primário completo/ginásial incompleto	Até 4ª série Fundamental	1
Ginásial completo/Colegial incompleto	Fundamental completo	2
Colegial completo/Superior incompleto	Médio completo	4
Superior completo	Superior completo	8

Gra  
u  
de  
inst  
ruç  
ão

do chefe de família

#### Cortes do critério Brasil

Classe	Pontos	Total Brasil (%)
<b>A1</b>	42-46	0,9
<b>A2</b>	35-41	4,1
<b>B1</b>	29-34	8,9
<b>B2</b>	23-38	15,7
<b>C1</b>	18-22	20,7
<b>C2</b>	14-17	21,8
<b>D</b>	8-13	25,4
<b>E</b>	0-7	2,6

Adaptado de: Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – 2008; Dados com base no levantamento sócio-econômico – 2005 – IBOPE

## 2) HISTÓRIA DE ATIVIDADE FÍSICA PREGRESSA\*

\* = entenda-se por atividade física pregressa aquelas anteriores à vinculação da prática regular de musculação ou corridas aeróbicas, no caso dos atletas ou não atletas (não remunerados) praticantes em longo prazo, ou aquelas anteriores a desistência de continuidade, no caso dos não praticantes de musculação ou corridas aeróbicas.

### 2.1- Possui histórico esportivo?

☐ não (vá para a questão 3) ☐ sim

a) Se sim, que tipo: (pode-se marcar mais que uma)

- ☐ Desporto escolar      ☐ Desporto competitivo      ☐ Desporto por lazer

Desporto escolar: exercícios desportivos praticados na escola, nas aulas de Ed. Física com pouca duração e baixa frequência semanal; Desporto competitivo: esportes praticados com caráter competitivo em clubes e agremiações visando competições esportivas, com treinamento regular de maior frequência semanal; Desporto por lazer: atividades de caráter lúdico sem frequência semanal estabelecida e sem compromisso com o desempenho atlético.

b) Se sim, qual o tempo dedicado por semana à atividade.

- ☐ 1 a 2 horas      ☐ 2 a 3 horas      ☐ 3 a 4 horas      ☐ >4 horas. Especifique \_\_\_\_\_

c) Se sim, qual a intensidade da atividade na maior parte do tempo de prática:

- ☐ baixa ⑨ respiração pouco alterada e/ou pouco esforço muscular geral;  
☐ moderada ⑨ respiração moderadamente alterada e/ou médio esforço muscular geral;  
☐ alta intensidade ⑨ respiração bastante alterada e grande esforço muscular geral;  
☐ altíssima intensidade ⑨ respiração e esforço muscular máximos;

d) Por quanto tempo participou dessas atividades.

- ☐ Descreva em anos \_\_\_\_\_

e) Informe a idade (precisa ou aproximada) em que iniciou essas atividades: \_\_\_\_ anos

### 3) LEVANTAMENTO DE ATIVIDADE FÍSICA ATUAL (não praticantes vá para questão 4)

#### 3.1- Praticantes de musculação

a) Qual a frequência semanal de prática em musculação?

- ☐ < 3 dias      ☐ 3 e 4 dias      ☐ 4 e 5 dias      ☐ 5 e 6 dias      ☐ 7 dias.

b) Qual a duração semanal de prática em musculação?

- ☐ < 5 h      ☐ 5 e 7 h      ☐ 7 e 9 h      ☐ > 9 h.

Especifique \_\_\_\_\_

c) Qual intensidade de esforço a que mais se dedica na musculação?

- ☐ Altíssima intensidade: de 90 a 100% de 1RM (1 a 4 repetições p/ série)  
☐ Alta intensidade: de 70 a 89% de 1 RM (5 a 15 repetições p/ série)  
☐ Moderada intensidade: de 50 a 69% de 1 RM (de 16 a 25 repetições p/ série)  
☐ Baixa intensidade: menos de 50% de 1 RM (mais do que 25 repetições p/série)  
☐ Não sei responder (vá para o item e)

d) O quanto se dedica à intensidade apontada acima durante o ano de treinamento?

- ☐ <50% ano      ☐ 50 a 60% ano      ☐ 60 a 70% ano      ☐ 70 a 80% ano      ☐ > 80% ano

e) Quanto tempo do ano você dedica ao destreinamento\*?

(\*) período de pausa em que o atleta (praticante) se dedica ao descanso e atividades físicas de baixa a moderada intensidade, geralmente de caráter lúdico.

- ☐ Cerca de 1 mês consecutivo  
☐ De 2 a 3 semanas consecutivas

- ☐ De 1 a 2 semanas consecutivas
- ☐ Não faço destreinamento
- ☐ Outro\_\_\_\_\_

### 3.2- Praticantes de corridas

a) Qual a frequência média de seu treinamento (sessões/semana)?

- ☐ < 3      ☐ 3 e 5      ☐ 5 e 7      ☐ > 7. Especifique: \_\_\_\_\_

b) Qual a duração média do seu treinamento (min/dia)?

- ☐ < 30 min      ☐ 30 a 60 min      ☐ 60 a 90 min      ☐ 90 a 120 min      ☐ Outra\_\_\_\_\_

c) Qual a distância média percorrida em seu treinamento (Km/semana)?

- ☐ < 30 Km      ☐ 30 a 40 km      ☐ 40 a 50 km      ☐ >50 km. Especifique\_\_\_\_\_

d) Você sabe responder qual é normalmente a intensidade do seu treinamento (em % do  $VO_{2max}$ )?

- ☐ Altíssima: 90% a 100% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max)
- ☐ Alta: 75% a 90% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max)
- ☐ Moderada: 60% a 75% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max)
- ☐ Baixa: menos de 60% do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2$  max)
- ☐ Outra descrição\_\_\_\_\_
- ☐ Não sei responder (vá para o item f)

e) O quanto se dedica à intensidade apontada acima durante o ano de treinamento?

- ☐ <50% ano      ☐ 50 a 60% ano      ☐ 60 a 70% ano      ☐ 70 a 80% ano      ☐ > 80% ano

f) Quanto tempo do ano você dedica ao destreinamento\*?

- ☐ Cerca de 1 mês consecutivo
- ☐ De 2 a 3 semanas consecutivas
- ☐ De 1 a 2 semanas consecutivas
- ☐ Não faço destreinamento
- ☐ Outro\_\_\_\_\_

## 4) INFORMAÇÕES SAÚDE/DOENÇA



4.1– Algum médico ou outro profissional de saúde já lhe disse que você tem pressão alta?

☐ Não      ☐ Sim. Com que idade (anos)\_\_\_\_\_

4.2- Algum profissional de saúde mediu sua pressão arterial nos últimos 12 meses?

☐ Não      ☐ Sim

4.3- Você já foi submetido a alguma cirurgia?

☐ Não      ☐ Sim. Qual:\_\_\_\_\_ Com que idade:\_\_\_\_\_

4.4- Algum parente de 1º grau (pais ou irmãos) tem hipertensão ou diabetes.

☐ Não      ☐ Sim. Quem:\_\_\_\_\_